https://doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-5

УДК 637.333: 637.3.057

Обзорная статья

Роль пропионовокислых бактерий в формировании органолептических показателей сыров

Григорий Новомирович Рогов, канд. техн. наук, директор
E-mail: g.rogov@fncps.ru
Валентина Александровна Мордвинова, канд. техн. наук, руководитель направления исследований по технологии сыроделия
E-mail: v.mordvinova@fncps.ru
Татьяна Сергеевна Смирнова, аспирант
E-mail: t.smirnova@fncps.ru
Ирина Николаевна Делицкая, канд. техн. наук, старший научный сотрудник
E-mail: i.delitskaya@fncps.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Углич

Интерес к потреблению сыров с необычными вкусовыми свойствами все больше привлекает различные слои населения. Вкус является фундаментальной основой органолептической оценки и важной характеристикой, определяющей выбор и принятие решения о покупке. Органолептические показатели сыра формируются в результате ферментативных процессов при созревании, которые инициирует заквасочная микрофлора. От видового и штаммового состава и свойств заквасочных культур зависит интенсивность и направленность биохимических процессов, происходящих в процессе выработки и созревания сыров. При созревании сыра с участием пропионовокислых бактерий ферментативные процессы имеют особую направленность с накоплением широкого спектра вкусоароматических соединений, которые придают ему характерный вкус и аромат, формируют консистенцию и рисунок. Методы оценки вкуса с помощью корреляции между летучими соединениями и сенсорными характеристиками позволяют лучше понять сложность и вариативность вкуса сыров с пропионовокислыми бактериями, производимыми на различных предприятиях. Применяя данные методы можно улучшить вкусовую палитру и стабильность качества сыров.

Ключевые слова: пропионовокислые бактерии, сыр с пропионовокислыми бактериями, технологические особенности, органолептическая оценка, вкус сыра

Для цитирования: Роль пропионовокислых бактерий в формировании органолептических показателей сыров / Г. Н. Рогов, В. А. Мордвинова, Т. С. Смирнова, И. Н. Делицкая // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 2. С. 60–63. https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-2-5

Источник изображения: freepik.com

Сыр является многокомпонентным ферментированным молочным продуктом, обладающим высокой пищевой, биологической ценностью и большим вкусовым разнообразием. Питательная ценность сыра определяется высоким содержанием в нем необходимых человеку составных компонентов пищи – белков, молочного жира, минеральных солей и витаминов. В 100 г полножирного сыра содержится 28–30 г белка, 32–33 г жира, около 1 г кальция, 0,8 г фосфора и до 2 г различных солей [1].

В настоящее время ассортимент сыров на полке магазина достаточно разнообразен, поэтому покупательский спрос складывается из множества составляющих, включающих вкусовые, социальные, региональные, экономические и демографические особенности. При выборе сыра важную роль покупатель отдает своим вкусовым предпочтениям. Считается, что органолептический метод определения качества продовольственных товаров играет значимую роль в оценке продукции, поскольку он простой и быстрый [2]. В нашей стране для определения органолептической оценки сыров применяется ГОСТ 33630-2015 «Сыры и сыры

плавленые. Методы контроля органолептических показателей». Оцениваемые характеристики органолептических показателей сыра сопоставляют с его стандартизированными органолептическими показателями, установленными соответствующими документами на конкретный продукт.

Существует ряд сыров, отличающихся от остальных своими вкусовыми показателями. Данные сыры относят к группе Швейцарского типа, особенностью которого являются оригинальный яркий вкусовой букет и развитый рисунок. Эта особенность вкуса и рисунка в сырах обусловлена присутствием в заквасочной микрофлоре, наряду с молочнокислыми микроорганизмами, пропионовокислых бактерий, которые при правильном развитии формируют в сыре крупные глазки и ореховый, слегка сладковатый вкус и запах.

При пропионовокислом брожении, происходящем в сыре в процессе созревания, накапливаются характерные вкусоароматические вещества, в том числе пропионовая, уксусная, янтарная, молочная, глютаминовая кислоты, каждая из которых может быть в свободной форме и/или в виде солей аммония, натрия, калия, магния или кальция [3].

Пропионовокислые бактерии с давних пор используются в сыроделии. Классические «дикие» пропионовокислые бактерии почти всегда встречаются в сыром молоке, поступающем на предприятия. Но для получения контролируемого качества при производстве данных видов сыров используются закваски пропионовокислых бактерий. Изучением данных микроорганизмов в советское время (1970–1980 гг.) занимались ученые Сибирского института сыроделия (Алтайский филиал ВНИИМС), выделяя штаммы и изучая их физиологические и технологически ценные свойства [4]. Исследованиям свойств пропионовокислых бактерий посвящены работы Воробьевой Л. И. и др. [5]. Все коллекционные штаммы пропионовокислых бактерий различимы по их кислото- и газообразующей способности, солеустойчивости, нижней температурной границе роста, протеолитической и липолитической активности, продуцированию витамина B_{12}. Самым распространенным представителем штаммов пропионовокислых бактерий для производства сыров является P*ropionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* (см. рис). Данный штамм хорошо растет на обычных питательных средах, предпочтительнее в анаэробных условиях. Разлагает молочную кислоту, сбраживает глюкозу, глицерин и другие углеродистые соединения. Не сбраживает сахарозу, мальтозу, декстрин, крахмал. Обладает свойствами свертывать молоко и сбраживать лактозу, нитраты не восстанавливает [5]. Важным условием для развития пропионовокислых бактерий является температурный режим созревания. Поэтому их активный рост начинается в бродильной камере созревания с температурой от 18 до 24 °С и продолжается в течение всего периода созревания.

Стабильность вкуса для сыров с пропионовокислыми бактериями в сыродельной промышленности является сложной задачей. Харди. З. Кастада и соавторы [6] изучали изменчивость вкуса швейцарского сыра на основе корреляции летучих вкусоароматических соединений и предпочтений потребителей. Целью данного исследования являлось понимание изменчивости вкуса образцов сыров с пропионовокислыми бактериями без ощутимых вкусовых дефектов. В связи с изменчивостью вкуса сыра важно изучить соединения, влияющие на его интенсивность. По теории баланса компонентов, аромат сыра формируется в результате сбалансированной концентрации и смеси широкого спектра летучих и нелетучих веществ. При исследовании было отобрано 5 образцов швейцарского сыра с разных заводов. Дегустационная оценка сыров была проведена участниками дискуссии, которые прошли обучение методу описательного анализа SpektrumTM. Параллельно были использованы методы сканирования ионного мониторинга для измерения летучих веществ в открытом пространстве. В результате эксперимента корреляция между описательными сенсорными атрибутами и летучими соединениями показала, что только подмножество соединений коррелирует положительно или отрицательно с конкретным атрибутом. Эти сложные корреляции с изменчи-

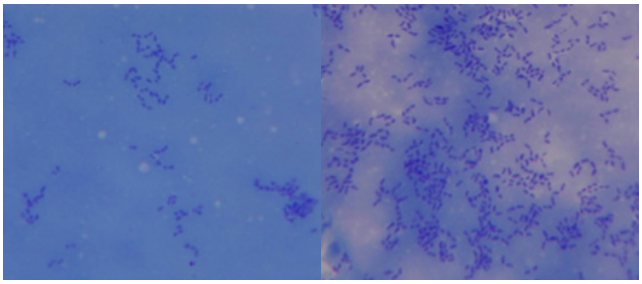

Рисунок. *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* (Микрофотографии предоставлены И. В. Кучеренко, заведующей коллекцией Экспериментальной биофабрики ВНИИМС)

Источник изображения: freepik.com

выми атрибутами не только показывают сложность вкуса швейцарского сыра, но также позволяют предположить, что вкус сыра формируется в результате взаимодействия нескольких летучих соединений и других композиционных веществ[1] [6, 7, 8].

Для выработки сыра, соответствующего требуемым органолептическим характеристикам, необходимо четко соблюдать технологию его производства. Существуют факторы, значимо влияющие на качество сыров данного вида и их органолептические показатели. Ими являются: качество сырого молока, активность молочнокислого процесса, условия посолки и созревания сыра и другие. Молоко, используемое для выработки сыров с пропионовокислыми бактериями, должно соответствовать требованиям сыропригодности. Для получения необходимого рисунка, сырная масса должна обладать упругоэластичными свойствами, позволяющими удержать крупный глазок. Поэтому важно не только абсолютное содержание СОМО и белка в молоке, но и соотношение между компонентами (жир/белок – 1,1–1,25; жир/СОМО – 0,4–0,45; белок/СОМО – 0,35–0,45) [9]. Более жесткие требования введены по количеству спор мезофильных анаэробных лактатсбраживающих маслянокислых микроорганизмов – не более 2500/дм^3. В сыром молоке не должно быть антибиотиков и ингибирующих веществ[2].

На интенсивность пропионовокислого брожения оказывает влияние посолка и созревание сыра. Соль играет важную роль, являясь с одной стороны элементом вкусового букета, с другой – фактором, регулирующим интенсивность микробиологических и ферментативных процессов при созревании сыра. Высокая концентрация соли угнетает развитие пропионовокислых бактерий. При производстве данного вида сыра необходимо учитывать форму сыра и его удельную поверхность, концентрацию рассола, его температуру и время нахождения сыра в солильных бассейнах. Созревание для производства сыров с пропионовокислыми бактериями проходит в 3 этапа, одним из которых является созревание в камере при температуре 18–24 °С. Целью применения такой температуры созревания является активизация пропионовокислого брожения, а также ускорение ферментативных реакций в сыре. Именно в бродильной камере формируется типичный вкус сыра, образуется и развивается рисунок. О продолжительности нахождения сыра в бродильной камере решают по интенсивности пропионовокислого брожения, и это видно по подъему полотна сырной головки [9]. В процессе пропионовокислого брожения образуются вкусоароматические вещества, формирующие вкусовой букет сыра. Так, соли пропионовой кислоты отвечают за слегка сладковатый вкус таких сыров, сложные эфиры пропионата придают сыру фруктовый вкус и запах, а альдегиды и кетоны отвечают за приятную фруктовую и солодовую ноту [10].

Николаева Е. А. изучала влияние на органолептические показатели способа ухода за сыром при созревании. Проведение созревания сыра «Советский» в пакетах из полимерной пленки привело к улучшению оценки вкуса, запаха и консистенции продукта. Также сыр получил более равномерную оценку показателей по всему монолиту [11].

Проведенные различными учеными исследования показали, что пропионовокислые бактерии относятся к полезным микроорганизмам и играют огромную роль в формировании вкуса определенных видов сыров. При соблюдении технологии и правильном подборе штаммов можно получить сыр с богатым вкусовым букетом. Пропионовокислые бактерии способны к синтезу важных веществ: большого количества аминокислот, значительного количества жирных кислот, липидов и фосфолипидов, полифосфатов, ферментов и витаминов. Также, благодаря образованию пропионовокислыми бактериями высокого количества витамина B_{12}, сыр приобретает дополнительную биологическую ценность, поэтому играют огромное значение в питании населения.

[1]Юрина, О. В. Оценка качества полутвердых сыров органолептическими методами на примере сыров типа «Маасдам» / О. В. Юрина, П. Г. Молодкина // Церевитиновские чтения – 2018 : Материалы V Международной конференции. – Москва: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2018. – С. 90–93. https://elibrary.ru/xvujhn
[2]СТО ВНИИМС 019–2014 «Молоко коровье сырое. Технические условия». – Углич, 2014. – 16 с.

Подавляющее большинство исследований развития пропионовокислых бактерий производилось на твердых сырах. Эти сыры, наряду с их прекрасными вкусовыми качествами, обладают определенными недостатками – длительными сроками созревания и, соответственно, более высокой стоимостью. Учитывая растущий интерес к вкусу сыров с пропионовокислыми бактериями наиболее массовой средней категории населения, в 1984 году голландским учеными[3] был создан полутвердый сыр Маасдам. Проведенные нами наблюдения показали, что практически каждый сыродельный завод, выпускающий полутвердый сыр с пропионовокислыми бактериями и наименованием «Маасдам», использует собственную отличительную технологию. Второй момент, на который стоит обратить внимание – вариабильность качества получаемого продукта: различная интенсивность вкусовых характеристик, резинистость консистенции, неравномерность и неразвитость рисунка. Экспериментальные выработки сыра Маасдам показали явную зависимость течения технологического процесса и, как следствие, качества сыра, от следующих параметров: химического состава продукта, штаммового состава основной заквасочной и пропионовокислой микрофлоры, условий созревания (традиционное и бескорковое). На следующем этапе изучения технологии мы собираемся установить качественные и количественные критерии управления технологическим процессом и, в частности, развитием пропионовокислых бактерий при производстве полутвердого сыра. У нас есть все основания предполагать, что полученные критериальные модели позволят не только получать сыр стабильного качества, но и снизить себестоимость его производства, а также заложить основу для разработки технологий целой группы отличительных полутвердых сыров с пропионовокислыми бактериями. ■

Propionic Acid Bacteria and Sensory Profile of Cheeses

Grigorii N. Rogov, Valentina A. Mordvinova, Tatiana S. Smirnova, Irina N. Delitskaya
All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Uglich

Cheeses with unconventional taste properties are currently very popular among various segments of consumers. Taste is the fundamental of sensory evaluation; it determines the consumers' choice and buying decision. The sensory profile of cheese develops as a result of enzymatic processes during maturation, which are initiated by the starter culture microflora. These biochemical processes and their intensity depend on the species and strain composition of starter cultures. Propionic acid bacteria affect enzymatic processes during maturation. As a result, the cheese accumulates a wide range of flavor compounds that give it a characteristic taste, aroma, consistency, and pattern. Taste assessment methods rely on the correlation between volatile compounds and sensory properties. They reveal the taste complexity and variability of different brands of cheeses with propionic acid bacteria. These methods improve the taste profile and quality of cheeses during storage.

Key words: propionic acid bacteria, cheese with propionic acid bacteria, technological features, sensory evaluation, cheese taste

Список литературы

1. **Калькова, Н. Н.** Исследование потребительских предпочтений и факторов, влияющих на выбор сыра в реальной среде / Н. Н. Калькова // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 8. С. 22–31. https://doi.org/10.17513/vaael.1805; https://elibrary.ru/owrjjw

2. **Гудков, А. В.** Сыроделие: технологические, биохимические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 803 с. 3. МакСуини, П. Л. Г. Практические рекомендации сыроделам / П. Л. Г. Мак Суини. – СПб.: Профессия, 2011. – С. 243–262.

3. **МакСуини, П. Л. Г.** Практические рекомендации сыроделам / П. Л. Г. Мак Суини. – СПб.: Профессия, 2011. – С. 243–262

4. **Орлова, Т. Н.** Пропионовокислые бактерии и их значение / Т. Н. Орлова, И. А. Функ, Е. Ф. Отт, Р. В. Дорофеев. // Сыроделие и маслоделие. 2020. № 1. С.28–29. https://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-1-28-29; https://elibrary.ru/lkivce

5. **Воробьева, Л. И.** Пропионовокислые бактерии / Л. И. Воробьева. – М.: Издательство МГУ, 2013. – 286 с.

6. **Castada, H. Z.** Swiss Cheese Flavor Variability Based on Correlations of Volatile Flavor Compounds, Descriptive Sensory Attributes, and Consumer Preference / H. Z. Castada, K. Hanas, Sh. A. Barringer // Foods. 2019. № 8. https://doi.org/10.3390/foods8020078

7. **Устинова, Е. В.** Потенциал профильно-дескрипторного метода в органолептической оценке качества сыров / Е. В. Устинова // Технический оппонент. 2023. № 4. С. 11–15. https://elibrary.ru/ktrgqg

8. **Мардар, М. Р.** Дескрипторные методы органолептического анализа в оценке качества сыра / М. Р. Мардар, Е. А. Давыдова, А. Н. Лилишенцева // Пищевая промышленность: Наука и технологии. 2020. № 4 С. 6–14. https://doi.org/10.47612/2073-4794-2020-13-4(50)-6-14; https://elibrary.ru/aqimrq

9. **Мордвинова, В. А.** Факторы, влияющие на качество сыров типа «Маасдам» / В. А. Мордвинова, Г. М. Свириденко // Сыроделие и маслоделие. 2015. № 3. С. 28–30. https://elibrary.ru/twrpkl

10. **МакСуини, П. Л. Г.** Сыр. Научные основы и технологии. Т. 2. Технологии основных групп сыров / П. Л. Г. МакСуини, П. Ф. Фокс, П. Д. Коттер, Д. У. Эверетт. – СПб.: Профессия, 2019. – С. 287–308.

11. **Николаева, Е. А.** Влияние на органолептику продукта способа ухода за сыром при созревании / Е. А. Николаева // Сыроделие и маслоделие. 2006. № 5. С. 30–31. https://www.elibrary.ru/kxekkh

[3]Vasfilov, D. Сыр Маасдам: Uniekaas, President, Damtaler, Frico, Jagibo, Nordmilch [Электронный ресурс]. URL: http://best-guide.ru/?p=1320 (дата обращения 25.03.2024)